

Planetarna valjarna in razvoj delovnih valjev

J. Gnamuš^{*1}

UDK: 621.771.064:621.771.073.002.2
ASM/SLA: W23c, W23k, F22, J

Prispevek obravnava spoznavanje funkcionalnosti planetarne valjarne in probleme, ki se pogosto pojavljajo pri izdelavi kvalitetno izredno zahtevnih delovnih valjev za planetarno ogrodje.

1. UVOD

Razvoj moderne tehnologije vročega valjanja je omogočil hiter razvoj valjarske opreme, posebno pa razvoj kvalitetnih delovnih valjev.

V petdesetih letih je Dr. T. Sendzimir, poljski strokovnjak, razvil valjarno s planetarnimi valjarskimi ogrodji. Gre za par podpornih valjev, ki ju obkroža skupina majhnih satelitskih delovnih valjev, ki reducirajo vročo jekleno bramo ali kontinuirno ulit slab v toplo valjan trak v enem samem prehodu.

Izdelava delovnih valjev za planetarno ogrodje je izredno zahtevna po metalurški plati, kakor tudi po mehanski obdelavi. Te vrste valjev v svetu uspešno izdelujejo samo tri firme.

Delovne valje za planetarno ogrodje PL 64 smo uvajali v začetku lanskega leta. Na osnovi raziskav smo izdelali komplet valjev s pripadajočimi rezervnimi valji.

2. VLOŽEK ZA PLANETARNO VALJARNO

Za vroče valjanje debelih pločevin in tankih trakov se vedno bolj uporabljajo kontinuirno uliti slabi. Razvoj gre v smeri zmanjšanja debeline slabov, in sicer se danes že ulivajo slabi z razmerjem med debelino in širino 1:3, oziroma 1:40. Kvaliteta površine in metalurške lastnosti teh slabov so sprejemljive.

Cilj razvoja je odliti slabe s čim manjšo debelino, in sicer naj bi bilo razmerje med debelino in širino 1:100. Temu razvoju sledijo tudi planetarne valjarne.

V planetarni valjarni lahko valjamo naslednje materiale:

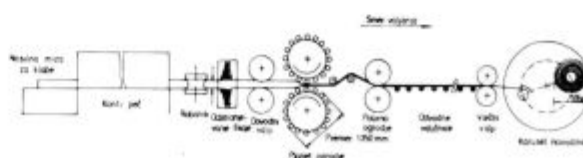
nizkoogljivična jekla	silicijeva jekla	aluminij in Al-legure
visokoogljivična jekla	nerjavna jekla	nikelj in Ni-legure
orožna jekla	medenino in baker	titan in posebne legure

3. OPIS PLANETARNE VALJARNE

Največja prednost planetarnih valjarn pred konvencionalnimi valjarnami je ta, da lahko valjamo slabe ne-

skončne dolžine in proizvedemo neskončno velik kolo-bar v enem samem prehodu z nad 95 % redukcijo. Planetarna valjarna je dejansko prava konti valjarna, saj slabi potekajo drug ob drugem skozi ogrodje, to pomeni, da praktično nimamo opravka z začetki in konci slaba.

Trak ima po celi dolžini enako obliko, površino in mikrostrukturo.



Slika 1:
Planetarna valjarna
Fig. 1
Planetary mill

Planetarna valjarna, kot jo kaže **slika 1**, je sestavljena iz naslednjih delov:

- nosilne mize za slabe
- 20 m dolge konti peči za ogrevanje slabov
- naprave za odškakanje
- enega ali dveh parov dovodnih valjev
- ogrodja planetarne valjarne
- polirnih valjev
- odvodne valjčnice in
- navijalnika

Vložek je vsestransko površinsko očiščen (brušenje) in ima dimenzijo 1300 × 125 × 16000 mm. Planetarna valjarna ne deluje po principu samodejnega podajanja. Poglavitna funkcija dovodnih valjev je, da potiskajo slab v planetarno ogrodje. Dovodni valji so nazobčani, da preprečujejo drsenje slaba nazaj. Redukcija debeline slabov je na tem ogrodju do 20 %. Vložek potuje skozi peč s hitrostjo 2 m v minuti. Končna debelina valjane pločevine je od 3,75 do 6,25 mm. Kapaciteta valjarne PL 64 je od 200 do 300 t/uro, odvisno od kvalitete pločevine, ki jo valjamo. Planetarne valjarne valjajo do 80 % nerjavne pločevine. Vsa pločevina se nadalje hladno valja na sendzimir ogrodju.

Na **sliki 2** je prikazan prečni prerez dovodnih valjev in planetarnega ogrodja. Podporna valja obkroža 48 delovnih valjev, katerih konci so pritrjeni na stranski obroč.

Na **sliki 3** vidimo geometrijo grabljenja valjev. Ko en par valjev zapušča trak, ga drugi par prične prijemat. Vsak par valjev se približno 200-krat na minuto dotakne pločevine.

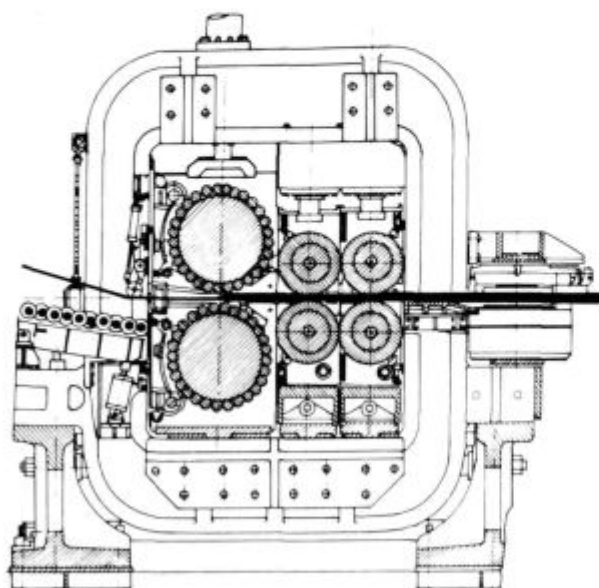
Po izhodu iz planetarnega ogrodja teče trak skozi polirno ogrodje in preko transportnih valjčkov v ravnalno

^{*1} dr. Janko Gnamuš, dipl. ing. met., SŽ Železarna Ravne

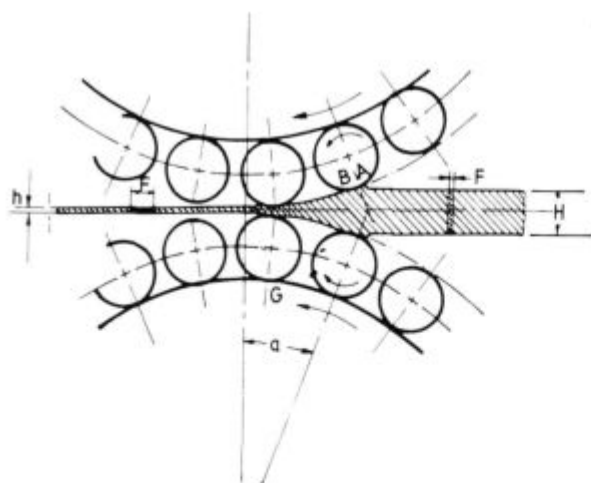
^{**} Originalno publicirano: ŽZb 23, 1989, 3

^{***} Rokopis prejeto: 1989-05-15

vlečno ogrodje, kjer je stopnja redukcije od 7 do 15 %, odvisno od željene končne kvalitete in debeline pločevine. Trak se nato navije na navijalnik.



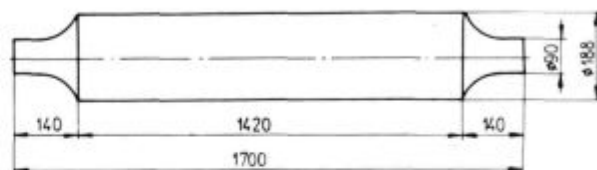
Slika 2:
Kombinacija planetarnih in dovodnih valjev
Fig. 2
Combination of planetary and feeding rolls



Slika 3:
Shematsko prikazan oprijem valjev v planetarnem ogrodju
Fig. 3
Schematically shown bite of rolls in planetary stand

4. IZDELAVA DELOVNIH VALJEV ZA PLANETARNO VALJARNO PL 64

Delovni valji (kot kaže **slika 4**) za planetarno valjarno morajo biti izdelani iz najkvalitetnejšega jekla, pretaljeni po EPŽ postopku in prekovani na GFM stroju. Jeklo mora biti homogeno, brez notranjih napak in nekovinskih vključkov. Toplotna obdelava je najboljša, če se izvede v zaščitni atmosferi, čepi pa se popustijo v solni kopeli. Vse navedene lastnosti in zahteve kupca lahko strnemo v naslednje metalurške zahteve, ki jim morajo ustrezati delovni valji za planetarno ogrodje:



Slika 4:
Shema delovnega valja
Fig. 4
Scheme of working roll

1. Na delovni površini valja ne sme biti (začetna dimenzija je $\varnothing 185$ in minimalni premer je $\varnothing 172,4$ mm) nobenih vidnih napak, ki bi jih povzročili vključki, pore in drugo, kar bi privedlo do površinskih napak na valjanem traku.

2. Telo valja mora imeti na površini trdoto 52–53 HRC in valj mora biti enakomerno prekaljen po celem preseku. Trdota čepov do začetka radiusa mora biti 40–43 HRC z enakomernim prehodom v kaljeno – popuščeno delovno površino.

3. Odpornost proti luščenju in drugim površinskim napakam mora biti zelo velika, za kar je potrebno zelo kvalitetno jeklo, brez velikih vključkov ali vidnih napak, z žilavo, drobnozrnatno mikrostrukturo iz popuščene martenzita z ugodno porazdeljenimi notranjimi napestmi.

4. V strukturi morajo biti karbidi enakomerno porazdeljeni.

5. Valji ne smejo imeti notranjih napak, ki bi lahko povzročile prelom valja med valjanjem.

Poenostavljeno povedano, valji morajo biti po kvaliteti enakovredni ali pa boljši od konkurenčnih firm (Hitachi, Creusot-Loire), ki jih kupci do sedaj uporabljajo.

5. POTEK IZDELAVE VALJEV

– Vrsta jekla

Odločili smo se za našo kvaliteto jekla Utop Mo 2, ki je zelo podobno jeklu H 13, iz katerega se izdelujejo ti valji. Izdelali smo modificiran Utop Mo 2 s povišanim molibdenom z naslednjo kemično analizo:

0,4 % C 1,1 % Si 5,2 % Cr 1 % V 1,7 % Mo

– Topla predelava jekla

Kovanje na GFM stroju pri temperaturi 1120–1150 °C. Končna temperatura zadnjega prehoda je bila 920 °C, pri tem pa je znašala deformacija okoli 20 %.

– Toplotna obdelava valjev

Poboljšanje valjev nam ni predstavljalo posebnih težav. Moramo pa poudariti, da so zahteve trdote v zelo ozkih mejah, kar zahteva dobre in natančne peči.

– Popuščanje čepov

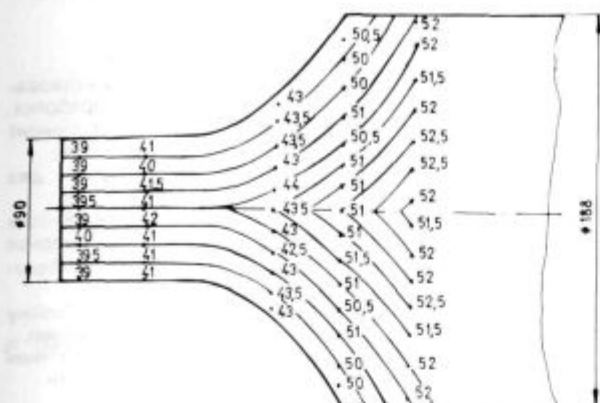
Ta operacija toplotne obdelave nam je povzročila velike težave. V raziskavi smo preizkusili tri načine toplotne obdelave:

- indukcijsko popuščanje čepov
- plamensko popuščanje čepov
- popuščanje čepov v solni kopeli

Za indukcijsko popuščanje nismo dovolj opremljeni, da bi lahko dosegli zadovoljive rezultate.

Plamensko popuščanje je sorazmerno enostavno. Željenih rezultatov pa kljub temu nismo dosegli, predvsem zato, ker popuščanja ne moremo izvršiti dovolj natančno.

Popuščanje v solni kopeli nam je dalo zadovoljive rezultate. Postopek smo zlahka prenesli v proizvodnjo in pri tem dobili odlične rezultate popuščanja čepov. Meri-



Slika 5:

Razporeditev trdote po preseku valja

Fig. 5:

Hardness distribution across the roll cross section

tve trdote na čepu in prehodu v telo valja so navedene na sliki 5.

Trdote na začetku čepa so nekoliko pod zahtevanimi vrednostmi, vendar ne vplivajo na kvaliteto čepa in jih je tudi kupec akceptiral.

Zelo pomembno je, da ima čep optimalne mehanske lastnosti, ker je med valjanjem najbolj izpostavljen

močnim sunkom vzmeti, ki valje vrača v izhodni položaj po prehodu valjanca. Najpogostejši vzrok za izmeček valjev je ravno lom čepa.

6. REZULTATI TESTIRANJA VALJEV

Članek je bil napisan že meseca julija 1988. Ker pa se je testiranje valjev pri kupcu zavleklo za več kot šest mesecev, ga objavljamo z zakasnitvijo. Valji so bili v januarju 1989. leta testirani in so pokazali dobre rezultate. Med prvimi in drugim valjanjem so valje samo prebrusili. Po drugem valjanju in prebrúšenju pa so jih tudi pregledali na ferofluku in na njih niso našli nobenih površinskih razpok. Prav tako so izmerili trdote na delovni površini in ugotovili, da so v zahtevanih mejah.

7. ZAKLJUČEK

Planetarne valjarne so doživele svoj poln razcvet v šestdesetih letih. Poleg razvoja valjarske opreme je vzporedno intenzivno potekal, in še teče, razvoj delovnih valjev.

Konkurenca v proizvodnji valjev je v svetu čedalje večja in pri tem ima največjo vlogo kvaliteta. Valji so orodje za valjarne in so zato nepogrešljivi.

Z uspešnim razvojem in proizvodnjo delovnih valjev za planetarno valjarno ter z njihovim testiranjem železarna Ravne ni osvojila samo nov proizvod za svetovni trg, ampak tudi dokazala, da je s svojo metalurško tehnologijo kos najbolj zahtevnim proizvodom.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Beitrag wird die Entwicklung von Planetenwalzwerken und die Entwicklung der äusserst anspruchsvollen Arbeitswalzen für ein Planetenwalzgerüst behandelt. Beim Planetenwalzgerüst handelt es sich um ein Paar Stützwalzen die von einer Gruppe kleiner Satelliten Arbeitswalzen umkreist werden, und die vorgewärmte Stahlbramme ins warmgewalzte Band in einem einzigen Durchgang mit über 95 % Abnahme reduzieren. Die Brammen durchlaufen den Ofen mit der Geschwindigkeit von 2 m in der Minute. Der Endprodukt ist Warmgewalztes Blech in der Diche von 3,75 bis 6,25 mm, es entspricht für PL 64.

Die Forderungen für die Qualität der Arbeitswalzen für ein Planetenwalzwerk sind sehr hoch, sie müssen aus einem Qualitätsstahl erzeugt werden, nach dem ESU Verfahren umgeschmolzen werden und an einer GFM Maschine geschmiedet

werden. Bei der Entwicklung dieser Walzen ist die grösste Aufmerksamkeit der Qualität der Wärmebehandlung gewidmet worden, da nach unserer Betrachtung neben der Stahlqualität der Erfolg vor allem von der Wärmebehandlung abhängig ist.

An die Wärmebehandlung werden zwei wichtige Forderungen gestellt:

- die Härte der Arbeitsoberfläche der Walze im gehärteten und angelassenen Zustand muss vollkommen gleichmässig sein bzw. es kann höchstens um einen Grad Rockwell abweichen;

- die Härte im Übergang von der Arbeitsoberfläche in den Zapfen muss über den ganzen Querschnitt gleichmässig fallen.

Die Fehler die während des Walzvorganges auftreten sind am häufigsten am Übergang von der Arbeitsoberfläche in den Zapfen.

SUMMARY

The paper treats the development of planetary mills and the development of extremely demanding working rolls for these mills.

The planetary stand consists of a pair of supporting rolls which are surrounded by a cluster of small working rolls. The latter reduce the hot steel slab ingot into a hot rolled strip in a single pass with the reduction of over 95 %. The charge travels through the furnace with the speed of 2 m per minute. Final product is the hot rolled sheet 3.75 to 6.25 mm thick, valid for PL 64.

Demands for the quality of working rolls for the planetary mill are extremely high. They must be made of the steel of the highest quality, remelted by the ESR process, and forged on

the GFM machine. In the development of those rolls the most attention was given to the quality of heat treatment, since we are of the opinion that the final heat treatment is the greatest essential next to the quality of steel.

Heat treatment has two important influences:

- hardness of the working surface of the roll, as hardened and as tempered, must be completely uniform and permissible deviations are up to 1 HRC;

- transition of hardness from the working surface to the neck must be a uniform reduction of hardness over the whole cross section.

Frequent defects which appear during rolling are occurring just on the transition from the working surface to the roll neck.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрено развитие планетарных прокатных станов и также развитие очень требовательных рабочих валков для планетарного оборудования. При планетарном оборудовании это касается пара опорных валков, которые окружают большое количество небольших сателлитных рабочих валков, которые сокращают стальную браму в горяче прокатную ленту с одним переходом на 95 % редуцирования. Загрузка проходит через печь с быстротой 2-ух метров в минуту. Конечный продукт составляет горяче катаная листовая сталь в толщине от 3,75—6,25 мм, что соответствует планетарному валку 64.

Требования иметь в распоряжении для планетарного прокатного стана очень велики, эти валки должны быть изготовлены из самой лучшей стали переплавлено под ЭШ-пере-

плавом и перековано ГФМ машиной. При усовершенствовании надо особое внимание уделить термической обработки, так как мы считали, что кроме качества стали успех зависит главным образом от конечной термической обработки.

Термической обработки ставятся следующие два важные требования:

— твердость рабочей поверхности валка в закаленном и в состоянии понижения должна быть вполне равномерная относительно отступление не смеет быть выше одной единице по Роквеллу.

— переход твердости от рабочей поверхности в шейку валка должен равномерно понижаться по всему сечению.

Частые погрешности, которые обнаруживаются в течении прокатки между рабочей поверхности в переход шейки.